



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 C 23/04

⑧⑦ EP 0 610 737 B1

⑩ DE 694 02 451 T 2

②① Deutsches Aktenzeichen:	694 02 451.1
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:	94 101 230.4
⑧⑥ Europäischer Anmeldetag:	28. 1. 94
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	17. 8. 94
⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	9. 4. 97
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	23. 10. 97

DE 694 02 451 T 2

③① Unionspriorität:

9301806 11.02.93 FR

⑦③ Patentinhaber:

Compagnie Générale des Etablissements Michelin -  
Michelin & Cie., Clermont-Ferrand, FR

⑦④ Vertreter:

Beetz und Kollegen, 80538 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:

Chamussy, Jean-Francois, F-41000 Blois, FR

⑤④ Verfahren zur Auswertung von Signalen in einem System zur Überwachung von Fahrzeugreifen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 02 451 T 2

Die vorliegende Erfindung betrifft Überwachungssysteme für Reifen. Sie betrifft mehr im einzelnen die Auswertung von Messungen, die an den Reifen vorgenommen wurden, um den Fahrern eine möglichst vollständige Unterstützung zu bieten.

Der Hauptzweck von Systemen zur Überwachung von Reifen ist es, den Fahrer bei jeder Ungewöhnlichkeit zu alarmieren, die bei den Reifen oder bei einem dieser Reifen auftreten kann. Deshalb ist es unmöglich, sich damit zu begnügen, die Werte des Drucks sowie gegebenenfalls der Temperatur anzuzeigen, die in den Reifen gemessen wurden. Das ständige Abfragen dieser Anzeigen läuft die Gefahr, mühsam zu sein, und außerdem verbleibt vor allem ihre Deutung durch den Fahrer sehr problematisch, weil diese Messungen von verschiedenen Störungen beeinflusst sind, wie beispielsweise der Aufheizung des Reifens beim Abrollen. Aus diesem Grund übernimmt ein Prozessor die Gesamtauswertung der Signale gemäß einem geeigneten Verarbeitungsprogramm, um den Fahrer zu alarmieren, wenn einer seiner Reifen oder unter diesen mehrere sich nicht mehr in einem normalen Funktionszu-

stand befinden oder sogar in einen Bereich einlaufen, der für die Sicherheit der Benutzung des Fahrzeugs gefährlich ist.

Der Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, nicht nur die Funktion "Alarm" im Fall von Störungen sicherzustellen, sondern auch eine Unterstützung zu bieten, wenn man die Reifen nacheinander im Verlauf eines periodischen Wartungsvorganges an einer Aufpumpstation oder auch mittels einer tragbaren Pumpe aufpumpt. In diesem Fall steht der Bedienungsperson häufig nicht die Tabelle zur Verfügung, die die Aufpumpdrücke des betreffenden Fahrzeugs angibt. Selbst wenn es sich um ein System zur Überwachung der Drücke der Reifen handelt, unterrichtet dies nicht notwendigerweise die Bedienungsperson über die Werte der Nenndrücke. Man kann nicht darauf abzielen, es dem Fahrer aufzuerlegen, aufeinanderfolgende Einstellungen dadurch vorzunehmen, daß er zwischen jeder Einstellung die Angaben zu Rate zieht, die durch das Überwachungssystem für Reifen an das Armaturenbrett abgegeben werden.

Man hat bereits daran gedacht, das System zur Überwachung von Reifen zu benutzen, um der Bedienungsperson eine Hilfe beim Aufpumpen anzubieten. Der herkömmliche Lösungsversuch dieses Problemes ist es, vom Fahrer zu verlangen, daß er dem System durch einen geeigneten Befehl beispielsweise am Armaturenbrett angibt, daß er nun aufpumpen wird, oder einen Meßfühler beispielsweise am Ventil hinzuzufügen, der es gestattet, die Benutzung einer Aufpumpeinrichtung zu erfassen, wie es in der Anmeldung EP-A-0 284 895 vorgeschlagen ist.

Die Anmeldung EP-A- 0 284 895 veröffentlicht auch ein Verfahren zur Auswertung von Signalen in einem System zur Überwachung der Reifen eines Fahrzeugs, wobei das genannte System eine Messung des Aufpumpdruckes  $P$  eines jeden Reifens liefert, und das Überwachungssystem eine normale Funktions-Betriebsweise aufweist, die darin besteht, dem Fahrer des Fahrzeugs einen Alarm zu liefern, wenn der Druck eines der Reifen nicht als normal angesehen wird, und eine Aufpump-Unterstützungs-Funktions-Betriebsweise, wobei das genannte System automatisch zwischen der genannten normalen Funktions-Betriebsweise und der genannten Aufpump-Unterstützungs-Funktions-Betriebsweise umschaltet, wenn eine große Änderung des Aufpumpdruckes eines der Reifen des Fahrzeugs erfaßt wird.

Gemäß der Erfindung wird die Erfassung einer großen Änderung des Aufpumpdruckes eines der Fahrzeugreifen vorgenommen wie folgt:

- a) einen aus  $P$  gefilterten Wert  $P_F$  berechnet, der repräsentativ ist für die früheren Zustände des Reifens, die vor dem Zeitpunkt  $t$  vorliegen, wie:  

$$P_F(t) = K_1 P_F(t-1) + K_2 P(t) \text{ mit } K_1 + K_2 = 1$$
- b)  $P$  mit  $P_F$  vergleicht, und
- c) erfaßt, daß sich der beobachtete Reifen im Verlauf des Wiederaufpumpens befindet, wenn der Absolutwert von  $P - P_F$  größer ist als ein experimentell bestimmter Schwellenwert, und man automatisch in eine Aufpump-Unterstützungs-Funktionsweise des betrachteten Reifens umschaltet.

Wenn man von der Beobachtung ausgeht, daß aufgrund von Leckagen oder der Porosität der Materialien ein Reifen im Verlauf der Benutzung nur Luft verlieren kann, wird vorge-

schlagen, ein Überwachungssystem aufzubauen, das imstande ist, automatisch zwischen einer normalen Funktions-Betriebsweise und einer Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise umzuschalten, wenn der Beginn eines Aufpumpvorganges erfaßt wird. Diese Umschaltung ist nicht nur automatisch, sondern sie ist selbständig, da sie ja nur ihre eigene Kenntnis vom Zustand des Reifens benutzt, ohne auf eine spezielle, ergänzende Information über die Situation des Aufpumpens zurückgreifen zu müssen.

Zu diesem Zweck stützt sich das System auf die Messung des Drucks, die im Inneren jedes Reifens erhoben wird. Nun kann sich dieser infolge einer Aufheizung des Reifens erhöhen und nicht nur dann, wenn man diesen aufpumpt. Aber die Zeitkonstante einer Erwärmung, die ein thermisches Phänomen ist, ist sehr groß, und zwar viel größer als die eines Aufpumpvorganges, sogar in dem Fall, in dem man handbetätigte Pumpen mit geringem Durchsatz benutzt. Dank eines sinnvollen Filters kann man den Aufpumpvorgang in sehr zuverlässiger Weise von der Erwärmung unterscheiden.

Ein so ausgestaltetes Überwachungssystem gestattet es nicht nur, dem Fahrer eine Unterstützung zu bieten, wenn er wirksam versucht, seine Reifen aufzupumpen, sondern es gestattet es auch, ihn zu alarmieren, beispielsweise, wenn man bei einem Austausch von Reifen auf dem Fahrzeug mit vorne und hinten unterschiedlichen Aufpumpdrücken vergißt, die Drücke erneut einzuregulieren. In diesem Fall wird das System bei mindestens einer der Achsen eine unnatürliche Entwicklung erfassen, und zwar einen Aufpumpvorgang, und derjenige, der den Austauschvorgang vorgenommen hat, oder der Fahrer, kann durch den automatischen Übergang in die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise gewarnt werden. In glei-

cher Weise wird, wenn man nach einer Reifenpanne das Reserverad anbringt, das System automatisch auf die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise umschalten und im allgemeinen einen Alarm wegen überhöhten Aufpumpens abgeben, weil das Reserverad ja immer auf einen Druck aufgepumpt sein muß, der höher ist als der höchste der Nenndrücke der Reifen einer jeden Achse.

Die folgende Beschreibung legt eine Ausführungsform der Erfindung dar, die wegen des gewählten Filters zum Berechnen von  $P_F$  besonders effizient ist, und ist durch die beigefügte Fig. 1 dargestellt, die den Signal-Verarbeitungs-Algorithmus angibt.

Wenn man für jeden Reifen  $i$  den Aufpump-Nenndruck  $P_{i \text{ nom}}$  kennt, kann man einen dimensionslosen Kennwert erstellen:

$$PR_i(t) = \frac{P_i(t)}{P_{i \text{ nom}}}$$

Man muß ein Filter aufbauen, das es gestattet, alle Schwankungen der Werte  $PR_i(t)$ , die auf den Werten  $P_i(t)$  beruhen, festzuhalten. Dieses Filter muß repräsentativ sein für den vergangenen Ablauf früherer Aufpumpdruck-Zustände eines Reifens. Man berechnet nun für jeden Reifen  $i$  einen gefilterten Wert  $P_F$  (oder  $PR_F$ , wenn man den dimensionslosen Kennwert benutzt), der eine Darstellung aller Aufpumpzustände des Reifens verkörpert, vorzugsweise seit dem letzten Aufpumpvorgang. Dieser gefilterte Wert wird berechnet wie folgt:

$$PR_{Fi}(t) = K_1 PR_{Fi}(t-1) + K_2 PR_i(t) \text{ mit } K_1 + K_2 = 1$$

Unmittelbar nach einer erneuten Druckeinstellung setzt man das System in Gang, indem man als ersten gefilterten Wert

$$PF_{Fi}(t) = 1$$

heranzieht.

Dann gestattet es dieser gefilterte Wert, der für alle folgenden Zyklen berechnet wird, einen Bezug zu liefern, der sich an den tatsächlichen Zustand des Aufpumpdruckes anpaßt, das heißt der recht langsamen, durch thermische Erscheinungen bedingten Änderungen folgen kann, aber nicht einer raschen Änderung infolge eines Aufpumpvorganges folgen kann. Die Erfassung des Aufpumpvorganges besteht darin, zu erkennen, daß der letzte Wert des Kennwertes  $PR_i(t)$  sich übermäßig vom gefilterten Wert  $PR_{Fi}(t)$  abhebt. Experimentell wird man sehr einfach einen Schwellenwert  $\varepsilon$  wählen, der genügend groß ist, um den durch thermische Gründe bedingten Schwankungen Rechnung zu tragen, und der genügend klein bleibt, um den Aufpumpvorgang kurz, nachdem er begonnen wurde, zu erfassen.

Die betriebenen Versuche haben gezeigt, daß die Werte  $K_1 = 0,9$  und  $K_2 = 0,1$  hervorragende Werte ergeben. Die Empfindlichkeit des Filters, das heißt seine Reaktionsgeschwindigkeit, ausgehend von dem Augenblick, in dem man wirksam mit einem Aufpumpvorgang beginnt, hängt ab vom Luftdurchsatz, der in den Reifen eingeblasen wird. Das vorgeschlagene Filter ist ein hervorragender Kompromiß, der es gestattet, ebenso gut Aufpumpstationen mit großem Durchsatz, wie handbetriebene Pumpen zu verwenden. Es ist zweckmäßig, den Wert  $K_1$  umsomehr zu verringern, je höher der Durchsatz der Pum-

pen zum Aufpumpen ist. In Fig. 1 sind die Werte, die für  $K_1$  und  $K_2$  angegeben sind, 0,98 bzw. 0,02. Diese Werte können auch 0,99 und 0,01 annehmen. Selbst in diesem letztgenannten Fall benötigt das System mit einer Beobachtungszeit in der Größenordnung von 0,7 Sekunden und einer üblichen Aufpumpstation nicht mehr als 2 bis 3 Sekunden, um auf die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise umzuschalten.

Bei der Aufpump-Unterstützung kann man sich nicht damit begnügen, dieselbe Überwachungsspanne des Luftdruckes wie diese zu benutzen, die durch dasselbe System benutzt wird, wenn es in der normalen Betriebsweise arbeitet. Beim Aufpumpen muß man eine schmale Toleranz beachten (beispielsweise  $\pm 3\%$ ), die den Nennwert fein einschließt und die gegebenenfalls den Benutzungsbedingungen des Fahrzeugs (beispielsweise einem möglichen Beladungsmeßfühler) Rechnung trägt, und in der normalen Betriebsweise, die die eigentliche Überwachung bewirkt, wird man dann einen größeren Luftverlust hinnehmen (beispielsweise -15% in bezug auf den Nenndruck).

Die vorgeschlagene Aufpump-Unterstützung besteht darin, einen ersten Alarm abzugeben, sobald der gemessene Druck  $P_i(t)$  kleiner ist als ein minimaler Schwellenwert  $P_{i \min}$ , und einen zweiten, vom ersten unterschiedlichen Alarm abzugeben, wenn der gemessene Druck  $P_i(t)$  größer ist als ein maximaler Schwellenwert  $P_{i \max}$ .

Die Bedienungsperson befindet sich außerhalb des Fahrzeugs, der erste Alarm aktiviert beispielsweise einen Geräuschgeber in kontinuierlicher Weise und der zweite Alarm aktiviert denselben Geräuschgeber in diskontinuierlicher Weise. Die Bedienungsperson weiß, daß man nachpumpen muß, solange



der Geräuschgeber nicht ausgeschaltet ist, und höchstens, bis dieser Geräuschgeber in diskontinuierlicher Weise funktioniert. Um die notwendige Anweisung dem Benutzer mitzuteilen, könnte man auch die elektrische Glühbirne des Blinkers benutzen, der dem betrachteten Reifen nächstgelegen ist.

Bei üblichen Aufpumpstationen ist der Luftdurchsatz beim Aufpumpen größer, als er beim Luftablassen ist. Demzufolge ist es besonders bequem, die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise beim Aufpumpen des betrachteten Reifens zu benutzen, und dann beim langsamen Ablassen, bis der genannte obere Alarm abbricht.

Man kann andere Wahrscheinlichkeitstests hinzufügen, um die Zuverlässigkeit des automatischen Übergangs in die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise zu erhöhen. Beispielsweise kann man, nachdem man festgestellt hat, daß der Absolutwert von  $PR_i(t) - PR_{Fi}(t)$  größer ist als  $\varepsilon$ , überprüfen, ob derselbe Test für alle die anderen Reifen des Fahrzeugs einen Wert ergibt, der unter  $\varepsilon$  verbleibt, denn man geht davon aus, daß der Benutzer nur einen einzigen seiner Reifen auf einmal aufpumpen kann.

Es wurde soeben erläutert, wie das System imstande ist, automatisch für einen vorgegebenen Reifen auf die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise umzuschalten. Dies wird durch den Zustand  $M_i = \text{Assis}$  in dem Diagramm der beigefügten Fig. 1 symbolisiert. Man muß nun die Bedingungen aufstellen, die zu erfüllen sind, damit das System automatisch diese Unterstützungs-Betriebsweise für den Reifen  $i$  verläßt. Man schlägt die Bestätigung der folgenden drei Bedingungen vor:

- 1) Umschalten auf die Unterstützungs-Betriebsart für einen anderen Reifen j:  $M_j = \text{assist. (= Unterstützung)}$ ;
- 2) langer Zeitraum  $\theta_{Mi}$  in der Unterstützungs-Betriebsweise ohne Luftzufuhr beim selben Reifen:  
 $\theta_{Mi} = \text{Assistance (= Unterstützung)} > \theta_0$ ,  
wobei  $\theta_0$  ein vorher festgelegter Zeitdauer-Schwellenwert ist;
- 3) Anlassen des Fahrzeugs: beispielsweise Beanspruchung des Anlassers oder noch besser eine Information, die von einem Geschwindigkeitsmeßfühler erhalten wird.

Wenn mindestens eine dieser Bedingungen erfüllt ist, schaltet das System für den Reifen i auf die normale Betriebsweise zurück, was durch die Umschaltung auf die Betriebsart  $M_i = \text{Normal}$  in der beigefügten Fig. 1 dargestellt ist.

Nach dem Umschalten der Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise auf die normale Funktions-Betriebsweise wird der neue Bezugswert für den Reifen i gespeichert (Speicherung von  $P_{i \text{ nom}}$ ) und das Filter  $PR_{Fi}$  wird erneut in Gang gesetzt, indem man die vergangenen Vorgänge löscht. Das Filter nimmt üblicherweise den Wert 1 ein (RAZ von  $PR_{Fi}$ ).

Bei der Messung, bei der das Überwachungssystem seinerseits elektrische Energie verbraucht, wird im allgemeinen vorgesehen sein, daß es automatisch abgetrennt wird, wenn der Motor nicht läuft. Wenn man in das System eine Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise mit aufnimmt, wie sie durch die vorliegende Erfindung dargeboten wird, ist es nun erforderlich, daß das System funktioniert, wenn sich der Zündschlüssel des Fahrzeugs in einer anderen Lage als der der abgestellten Zündung befindet. Bevorzugt muß man die Werte,

die sich auf die Vergangenheit der Reifen beziehen, in einem nichtflüchtigen Speicher speichern.

EP 0 610 737

### Ansprüche

1. Verfahren zur Auswertung von Signalen in einem System zur Überwachung der Reifen eines Fahrzeugs, wobei das genannte System eine Messung des Aufpumpdruckes  $P$  eines jeden Reifens liefert, und das Überwachungssystem eine normale Funktions-Betriebsweise aufweist, die darin besteht, dem Fahrer des Fahrzeugs einen Alarm zu liefern, wenn der Druck eines der Reifen nicht als normal angesehen wird, und eine Aufpump-Unterstützungs-Funktions-Betriebsweise, wobei das genannte System automatisch zwischen der genannten normalen Funktions-Betriebsweise und der genannten Aufpump-Unterstützungs-Funktions-Betriebsweise umschaltet, wenn eine große Änderung des Aufpumpdruckes eines der Reifen des Fahrzeugs erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß man zu jedem Zeitpunkt  $t$

- a) einen aus  $P$  gefilterten Wert  $P_f$  berechnet, der repräsentativ ist für die früheren Zustände des Reifens, die vor dem Zeitpunkt  $t$  vorliegen, wie:  

$$P_f(t) = K_1 P_f(t-1) + K_2 P(t) \text{ mit } K_1 + K_2 = 1$$
- b)  $P$  mit  $P_f$  vergleicht, und
- c) erfaßt, daß sich der beobachtete Reifen im Verlauf des Wiederaufpumpens befindet, wenn der Absolutwert von  $P$

-  $P_F$  größer ist als ein experimentell bestimmter Schwellenwert, und man automatisch in eine Aufpump-Unterstützungs-Funktionsweise des betrachteten Reifens umschaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwert  $P$  des Aufpumpdruckes als Prozentsatz ausgedrückt wird, bezogen auf den Nenndruck für den betrachteten Reifen.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufpumpunterstützung darin besteht, einen ersten Alarm abzugeben, sowie der gemessene Druck  $P_i(t)$  niedriger ist als ein erster Schwellenwert  $P_{i \min}$ , und einen zweiten, vom ersten unterschiedlichen Alarm abzugeben, wenn der gemessene Druck  $P_i(t)$  größer ist als ein maximaler Schwellenwert  $P_{i \max}$ .

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man nach der Feststellung, daß der Absolutwert von  $P - P_F$  für einen betrachteten Reifen größer ist als der gewählte Schwellenwert, nur auf die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise umschaltet, wenn der Absolutwert von  $P - P_F$  für die Gesamtheit der anderen Reifen desselben Fahrzeugs niedriger bleibt als der gewählte Schwellenwert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man die Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise eines Reifens verläßt, wenn das Aufpumpen eines anderen Reifens erfaßt wird oder wenn die Betriebszeit in der Aufpump-Unterstützungs-Betriebsweise für einen bestimmten Reifen einen vorher festgesetzten Zeitraum überschritten hat oder wenn andere, vorbestimmte Bedingungen erfüllt sind.

EP 0 610 737

